

손바닥 선인장 열매 섭취가 한림지역 해녀의 혈중지질, 혈소판 응집성 및 항산화 효과에 미치는 영향*

한순금¹ · 강민숙¹ · 류성희¹ · 황승욱² · 강정숙^{1§}

제주대학교 식품영양학과,¹ 제주대학교병원 가정의학과²

Effect of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*) intake on blood lipids, platelet aggregation, antioxidant and liver parameters in volunteer diving woman*

Han, Sun-Geum¹ · Kang, Min-Sook¹ · Ryou, Sung-Hee¹ · Hwang, Sung-Wok² · Kang, Jung-Sook^{1§}

¹Department Foods & Nutrition, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

²Department Family Medicine, Jeju National University Hospital, Jeju 690-767, Korea

ABSTRACT

We investigated dietary effects of prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*) on plasma lipids, platelet aggregation (PA), hemolysis, plasma TBARS and liver enzymes. Twenty eight volunteer diving women in Jeju island had daily 20 g cactus tea containing 27% prickly pear cactus (PPC) powder for 4 weeks, and data for the study subjects were analyzed, on the basis of diagnostic criteria for blood pressure (BP)($\geq 140/90$ mmHg), plasma cholesterol (≥ 200 mg/dL) and triglyceride (≥ 150 mg/dL). The subjects with higher BP had higher plasma total cholesterol (TC) and triglyceride (TG) concentrations than those with normal BP. Those with higher TC also had higher TG. Subjects with normal BP or normal TC had higher initial slope of PA than their higher counterpart in BP and TC. PPC intake decreased plasma TG in those with higher BP. PPC intake significantly decreased the elevated initial slope in groups with normal BP, TC, and TG. Hemolysis after PPC intake decreased significantly in all the subjects and plasma TBARS decreased in the subjects with higher plasma TC and higher TG. Glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT) significantly increased and total bilirubin significantly decreased in all the subjects after PPC intake. The present study with diving women showed that beneficial effects of short term intake of prickly pear cactus might differ depending on the subject conditions in term of blood pressure, and plasma lipids. However, long term usage of prickly pear cactus may provide preventive effects of cardiovascular diseases to all the population, presumably by hypolipidemic, antithrombotic, and antioxidant actions of its bioactive flavonoids and soluble fiber. (Korean J Nutr 2012; 45(5): 462 ~ 469)

KEY WORDS: prickly pear cactus, hypolipidemic, antithrombotic, antioxidant, women.

서 론

자연계에 존재하는 동식물류 중에는 인체의 생체 리듬을 조절하고 질병의 방지와 노화 억제 등 생체조절기능을 가지는 성분들이 함유되어 있다는 것이 최근 연구에 의하여 밝혀짐에 따라 특히 식물류에 다량 함유되어 있는 여러 가지 생리적 효능 및 생리활성 성분을 가지는 식품 소재에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다.

손바닥선인장 (*Opuntia ficus-indica*)은 선인장과의 속하는

다년초로서 열대지방이 원산지이고 우리나라에서는 제주도에서 재배되어 식용, 약용 및 관상용으로 이용되고 있다. 백련초로 알려진 손바닥 선인장 잎과 열매는 예전부터 민간요법으로 타박상, 변비, 화상치료에 이용되었으며 이뇨 효과, 장운동 활성화를 돕는다고 알려져 있다. 중약대사전, 본초강목 등의 기록에 의하여 기관지 천식, 폐질환, 위염, 변비, 장염, 고혈압, 당뇨, 신장염, 관절염 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 다양한 품종의 손바닥 선인장이 유럽, 지중해의 여러 나라 및 멕시코 등의 남미에 널리 분포되어 있는데 prickly pear fruit 은 선호되는 과일 중 하나이고 줄기와 함께 다양한 형태의 식

접수일: 2012년 9월 4일 / 수정일: 2012년 9월 24일 / 채택일: 2012년 9월 28일

*This is a partial work supported by the Korea Research Grant (R05-2001-000-00718-0).

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: jungkang@jejunu.ac.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

재료로 사용되고 있다.

손바닥선인장의 기능성 물질과 그 구성성분에 대해 여러 연구에서 보고된 바 있고 플라보노이드와 그 외 기능성물질의 효능에 대해 임상연구를 통하여 밝힘으로써 새로운 건강기능성 식품소재로서의 가치를 규명할 필요성이 대두되고 있다. 손바닥 선인장에는 약 200여 품종이 알려져 있으며 재배지역의 기후에 따라 성분에 있어서 다소 차이가 있다.^{1,2)} 손바닥 선인장은 특히 열매에 알로에의 5배가량 높은 비타민 C와 함께 건조무게 그램당 1.4~1.5 mg 플라보노이드를 함유하고 있는데 대부분이 항산화활성이 강한 quercetin, isorhamnetin과 약간의 kaempferol로 구성되어 있다. 손바닥 열매의 과육에는 건조무게 5~8%의 비교적 높은 단백질함량과 함께 glutamic acid, glycine, arginine, tyrosine 등의 유리아미노산이 높게 포함되어 있다. 탄수화물은 유리당형태의 서당, 과당, 포도당이 풍부하게 함유되어 있으며 섬유질은 70%가 펙틴이고 나머지가 셀룰로스와 헤미셀룰로스로 구성되어 있다.^{2,3)} 무기질로서 칼슘과 포타슘, 마그네슘함량이 일반과일에 비해 훨씬 높은 것으로 나타나 좋은 알칼리성 식품임을 보여 주고^{2,4)} 또한 손바닥 선인장 열매는 γ -리놀렌산을 비롯한 불포화지방산과 함께 α -토코페롤, 카로틴, 비타민K 등 천연 비타민이 풍부하고 β -sitosterol, campesterol 등의 sterol 함량이 높은 것으로 보고되었다.⁹⁾

기니픽 실험에서 선인장 펙틴성분은 LDL 수용체를 활성화 시킴으로써 혈중 LDL-콜레스테롤을 감소시켰으며,⁶⁾ C¹⁴-콜레스테롤을 이용한 쥐 실험에서 손바닥 선인장줄기는 식이 콜레스테롤의 흡수를 억제하였다.⁷⁾ 콜레스테롤과 유사구조를 가진 손바닥 선인장의 β -sitosterol, campesterol은 선인장 펙틴과 함께 식이 콜레스테롤 흡수를 억제함으로써 항 콜레스테롤 효과를 보이며,⁸⁾ 다발성 경화환자에 있어서 β -sitosterol 자체는 혈액내의 단핵세포로부터 사이토카인 분비를 조절함으로써 혈관내의 세포증식을 막고 동맥경화를 억제한다.⁹⁾ 선인장의 다당류, opuntia-polysaccharide는 nitric oxide radical, 인터루킨 등을 통하여 대식세포의 기능을 활성화하여 면역력 증강과 항암효과를 보였다.¹⁰⁾ 딸기, 포도, 블루베리, 선인장 열매, 적캐비지 등 과일이나 야채에 포함된 quercetin, isorhamnetin, kaempferol 등의 플라보노이드는 활성산소로부터 세포손상을 억제하여 노화관련 질환을 억제하는 것으로 알려져 있다.^{11,12)} 비트, 적캐비지, 선인장 열매에 포함된 betalains 색소의 두가지 성분인 betacyanin과 indicaxanthin은 염증세포로부터 생성된 활성산소 소거에 있어서 시너지 효과를 보이며,¹³⁾ 쇠비름에서 추출한 betacyanin은 체내의 항산화 효소의 활성을 증가시키고 생쥐의 기억력 감퇴와 과산화지질 생성을 억제한다는 보고가 있다.¹⁴⁾

손바닥 선인장은 남유럽, 멕시코 및 브라질 등의 라틴 아메리카에서 풍부한 섬유질과 betalain의 화려한 색감으로 인해 과일이나 야채로서 널리 식용되고 있지만 항산화물질을 비롯한 선인장의 다양한 생리활성 물질에 대한 연구는 미미한 편이고 최근에 세포실험과 동물실험에서 그 효능이 다소 보고되고 있다.^{6,7,10,13)} 잠수와 관련된 건강상의 폐해는 수심의 고압상태와 수면상의 감압과정에서 생겨나는 부작용으로 잠수시의 고압상태에서 축적된 질소나 산소에 의한 질소마취 (nitrogen narcosis), 산소중독 (oxygen toxicity) 등이 포함된다. 이러한 요인들은 잠수병으로 알려진 가슴통증이나 호흡곤란뿐만 아니라 혈압저하, 청색증, 공기색전증 (gas embolism) 등 심순환 관련 증상을 수반한다.¹⁵⁾ 본 실험에서는 제주도 한림지역의 해녀들을 상대로 이 지역에서 자생하는 손바닥 선인장 열매를 소재로 사용하여 선인장 열매의 betalain 색소성분을 포함한 항산화물질과 수용성 식이섬유가 혈전증 등의 잠수 부작용이나 혈중지질, 간효소, 항산화 지표의 개선에 효과가 있는지 조사하고자 하였다. 본 연구에서 긍정적인 효과가 나타난다면 잠수일 종사자를 포함한 많은 사람의 건강을 위한 식생활 중재의 좋은 근거자료를 제공할 수 있으리라 생각된다.

연구 방법

연구대상자 선정 및 실험소재

제주대학교병원에 등록된 제주도 한림지역에 거주하는 해녀 28명을 모집하여 2003년 3월부터 8월 사이에 본 연구를 실시하였다. 연구 참여자는 4주간 손바닥선인장 열매분말이 함유된 과립차 20 g을 오전과 오후에 따뜻한 물에 녹여 섭취하고, 식생활은 그대로 유지하도록 교육하였다. 선인장열매 과립차는 제주도 농업기술센터에서 상품화한 것으로 27% 선인장 열매분말, 66% 솔비톨, 0.6% 아스파탐, 1.3% 구연산, 2.7% L-페닐알라닌, 2.4% 비타민 C로 구성되었다.

분석내용 및 방법

모든 실험 분석내용은 선인장 열매과립차 섭취 전과 후에 진행되었고 공복상태에서 채혈하여 분석에 사용하였다.

혈중 지질 및 GOT, GPT, 총빌리루빈, ALP

혈중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤 (Waco Pure Chemical Ind., Osaka, Japan) 및 혈청 glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic-pyruvic transaminase (GPT), 총빌리루빈, alkaline phosphatase (ALP)(Roche, Bukwang Pharm Co.)은 혈액자동분석기를 분석하였다.

혈소판 응집성

채혈즉시 전혈을 400 × g에서 10분간 원심분리하여 상층의 platelet rich plasma (PRP)을 건어내고, 하층을 다시 1200 × g에서 10분간 원심분리하여 platelet poor plasma (PPP)를 분리하였다. 혈소판응집은 PRP를 ADP (2 uM)로 응집 유도한 후 Chronolog platelet aggregometer (Model 500 Ca, Haver-town, Pa, USA)를 이용하여 측정하였다. PPP를 blank로 사용하여 light transmission을 100으로 설정한 후 측정된 light transmission (%)값으로 혈소판 응집 정도를 나타내었다.

적혈구 용혈

적혈구 용혈은 수정한 Draper 방법¹⁶⁾으로 phosphate buffered saline (PBS)로 한차례 씻은 적혈구를 25배의 PBS와 증류수에 각각 분산시킨 후 37℃에서 6시간 배양한다. 배양액을 원심분리한 후 상층액을 spectrophotometer 415 nm에서 흡광도를 측정하는데, 용혈 (%)은 증류수 분산액의 흡광도에 대한 PBS 분산액의 흡광도 비율이다.

혈장 TBARS

혈장 thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) 측정은 수정한 Yagi법¹⁷⁾을 이용한 것으로 혈장을 phosphotungstate로 침전시킨 지방을 thiobarbituric acid와 반응시킨 후 생성된 TBARS를 butanol층으로 옮긴 후 fluorescent spectrometer (Kontron SFM25)를 Excitation 515 nm, emission 553 nm에서 흡광도를 측정하였으며 1, 1, 3, 3-ethoxypropane (Sigma-Aldrich)를 standard로 사용하였다.

통계처리

본 실험의 측정치는 평균 ± 표준오차 (Mean ± SE)로 표시하였고 각 군의 초기 값의 차이를 알아보기 위해서 student's t-test와 Mann-Whitney test를 실시하였고, 각 군별로 연구 전후의 변화 검정 시에는 paired t-test와 wilcoxon signed rank test를 시행하였다. 모든 검정 시에는 p < 0.01, p < 0.05일 때를 통계적으로 유의하다고 간주하였다.

결 과

혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 기준으로 식이 실험전의 임상 자료 분석

연구 참여자는 평균 연령이 64세 (41~79세)로 해녀 경력은 평균 46년이었고 흔하게 나타나는 증세로 두통, 신경통, 관절염, 중이염, 고혈압, 위장질환, 빈혈을 호소했지만 심각한 질환자는 없었다. 이들은 해열 진통제 (51%), 두통약 (31%), 혈압약 (17%) 심장약 (20%), 신경통약 (7%) 등을 일상적으로 복용하고 있었다. 손바닥선인장 (백련초) 열매섭취 이전에 측정된 실험 참여자 28명에 대한 각 항목의 측정치를 한국지질 동맥경화학회의 혈압 (< 140/90 mmHg, n = 14 vs. ≥ 140/90 mmHg, n = 14), 총콜레스테롤 (< 200 mg/dL, n = 11 vs 200 mg/dL, n = 17), 중성지방 (< 150 mg/dL, n = 19 vs. ≥ 150 mg/dL, n = 9)의 진단기준에 따라 분류하여 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방에 대한 각 항목의 상관성을 비교 분석한 내용을 Table 1에 표시하였다.

고혈압군에 있어서 정상혈압보다 총콜레스테롤과 중성지방

Table 1. Comparison of clinical data based on diagnostic criteria for blood pressure, plasma T-cholesterol and triglyceride before prickly pear cactus intake

	B.P		T-cholesterol		Triglyceride	
	< 140/90 (n = 14)	≥ 140/90 (n = 14)	< 200 (n = 11)	≥ 200 (n = 17)	< 150 (n = 19)	≥ 150 (n = 9)
T-cholesterol (mg/dL)	204.1 ± 8.6	235.4 ± 10.7*	173.4 ± 6.4	238.3 ± 6.2***	210.26 ± 9.5	239.7 ± 8.3
HDL-cholesterol (mg/dL)	60.7 ± 5.6	56.7 ± 4.0	54.0 ± 3.4	60.6 ± 4.5	62.7 ± 4.1	50.3 ± 5.2
Triglyceride (mg/dL)	116.9 ± 14.3	178.1 ± 24.3*	111.5 ± 9.6	162.0 ± 20.0*	102.9 ± 6.3	241.8 ± 23.5***
Initial slope (%/min) ¹⁾	66.4 ± 5.7	49.2 ± 4.2*	74.6 ± 7.4	54.6 ± 4.6*	65.0 ± 6.2	51.8 ± 3.6
Maximum (%) ²⁾	59.8 ± 3.9	48.1 ± 4.0	61.2 ± 4.1	53.4 ± 3.5	58.5 ± 4.3	50.4 ± 3.1
Hematocrit (%)	38.5 ± 0.6	39.5 ± 0.7	38.5 ± 0.7	39.2 ± 0.6	39.2 ± 0.5	38.4 ± 0.9
Hemolysis (%) ³⁾	4.2 ± 0.4	3.6 ± 0.2	3.7 ± 0.3	4.0 ± 0.4	3.7 ± 0.2	4.3 ± 0.6
TBARS (mmole/dL)	19.3 ± 1.5	22.5 ± 3.9	17.7 ± 1.2	23.0 ± 3.2	19.1 ± 1.0	25.4 ± 6.7
sGOT (U/L)	23.9 ± 3.2	23.1 ± 2.1	26.2 ± 4.5	21.8 ± 1.1	24.0 ± 2.4	22.6 ± 2.9
sGPT (U/L)	19.43 ± 2.5	19.3 ± 1.7	21.1 ± 3.2	18.2 ± 1.4	19.2 ± 1.9	19.7 ± 2.5
Alk.phosphatase (IU/L)	136.6 ± 9.4	162.7 ± 11.9	134.1 ± 12.5	159.7 ± 9.6	149.6 ± 10.5	149.8 ± 11.2
T-bilirubin (mg/dL)	0.55 ± 0.05	0.55 ± 0.05	0.54 ± 0.05	0.56 ± 0.05	0.57 ± 0.04	0.51 ± 0.07

1) Initial slope of platelet aggregation expressed as % increase in light transmission for the first one minute of aggregation 2) Maximum platelet aggregation expressed as % light transmission at the point where aggregates dissociated 3) Hemolysis (%) measured after 6 hours incubation in phosphate buffered saline

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001 by Student's t-test

이 유의적으로 높은 반면 (각 $p < 0.05$), 혈소판 응집성은 감소되어 특히 초기응집치는 유의적 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 고콜레스테롤 혈증군에서 정상 콜레스테롤군에 비해 중성지방이 유의적으로 증가한 반면 ($p < 0.05$), 혈소판의 초기응집치가 유의적으로 감소했다 ($p < 0.05$). 고혈압군과 고콜레스테롤 혈증군에서 alkaline phosphatase가 유의적이지는 않지만 높은 경향을 보였고, 고지혈증군에서 유의적이지는 않지만 혈중 총콜레스테롤은 높고 HDL-콜레스테롤은 낮은 경향을 보였다.

손바닥선인장 열매의 섭취효과

손바닥선인장 열매의 섭취효과에 대한 자료는 선인장 열매 섭취 전·후에 측정된 각 항목을 참여한 28명 전원에 대한 pooling data로 Table 2에 표시하였고, 이를 혈압 ($< 140/90$ mmHg, $n = 14$ vs. $\geq 140/90$ mmHg, $n = 14$), 총 콜레스테롤 (< 200 mg/dL, $n = 11$ vs. ≥ 200 mg/dL, $n = 17$), 중성지방 (< 150 mg/dL, $n = 19$ vs. ≥ 150 mg/dL, $n = 9$)의 진단기준으로 나누어 비교한 결과는 각 각의 Fig.로 나타내었다.

혈중 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤

참여한 28명 전체로 봤을 때 선인장 열매의 섭취효과는 사실 없었으나 (Table 2), 고혈압자와 정상혈압자로 분류하여 비교했을 때 정상 혈압자에 있어서 총콜레스테롤은 다소 증가한 반면 고혈압자에서는 다소 감소하는 추세를 보였다 (Fig. 1). 정상 콜레스테롤과 정상 중성지방 범주의 사람과는 달리 고콜레스테롤 혈증과 고지혈증으로 분류된 사람의 경우 선인장 섭취 후 콜레스테롤이 다소 감소하는 경향을 보임으로서 선인장 열매의 콜레스테롤 강하효과는 고혈압, 고콜레스테롤, 고지혈증이 있는 경우가 정상인보다 효과적임을 알 수 있었다. 중성지방 또한 참여자 전체로 봤을 때 다소 감소하는 경향은 보였으나 유의적 차이는 없었으나 (Table 2), 혈압을 기준으로 나누어 비교했을 때 선인장 열매섭취는 고혈압자에서는 유의적으로 낮추었다 (각 $p < 0.05$). HDL-콜레스테롤의 경우 전체로 비교했을 때나 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방으로 나누어 봤을 때 선인장 열매 섭취효과는 없었다.

Table 2. Plasma lipids, hematologic parameters, platelet aggregation and pathological indices of the study subjects before and after prickly pear cactus intake

Items	Variables	Before	After
Plasma lipids	Total-cholesterol (mg/dL)	219.7 \pm 7.4	214.9 \pm 7.7
	HDL-cholesterol (mg/dL)	58.7 \pm 3.4	59.7 \pm 3.0
	Triglyceride (mg/dL)	147.5 \pm 15.0	135.5 \pm 15.0
Antioxidant parameters	Hematocrit (%)	38.8 \pm 0.5	39.8 \pm 0.5**
	Hemolysis (%)	3.9 \pm 0.2	2.9 \pm 0.1***
	TBARS (mmol/mL)	20.9 \pm 2.0	18.1 \pm 0.7
Platelet aggregation	Initial slope (%/min) ¹⁾	61.3 \pm 6.0	40.5 \pm 3.1**
	Maximum (%) ²⁾	57.0 \pm 3.6	59.5 \pm 4.1
Pathological indices	GOT (U/L)	23.5 \pm 1.9	27.7 \pm 2.7**
	GPT (U/L)	19.4 \pm 1.5	18.7 \pm 2.2
	Alkaline phosphatase (IU/L)	149.6 \pm 7.9	138.6 \pm 6.8
	T-Bilirubin (mg/dL)	0.55 \pm 0.04	0.43 \pm 0.03**

1) % increase in light transmission for the first one minute of aggregation 2) % light transmission at the point where aggregates dissociated Mean \pm SE for 28 participants

** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$ by Student's t-test

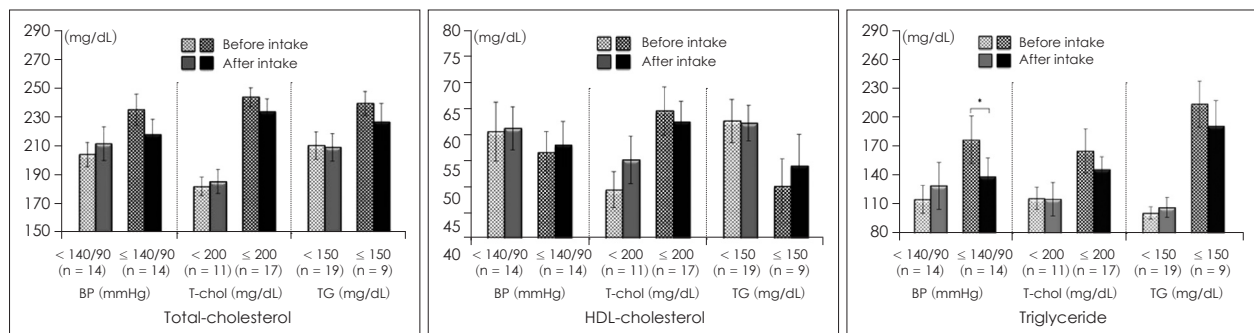


Fig. 1. Comparison of plasma lipids before and after prickly pear cactus intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG). *: $p < 0.05$.

헤마토크릿과 혈소판응집성

헤마토크릿은 참여자 28명 전체로 봤을 때 선인장 열매섭취가 유의적으로 증가시켰으나 ($p < 0.05$), 혈압, 콜레스테롤, 중성지방 기준으로 나누어 봤을 때 유의적 차이는 없었다 (Table 2). 혈소판 응집성에 대한 선인장 열매섭취 효과는 참여한 28명 전체로 봤을 때 최대응집치 (Maximum aggregation)에는 유의적 차이가 없었으나 초기응집치 (Initial slope)는 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.01$). 선인장 열매섭취 전 참여자의 초기응집치를 진단 기준으로 나누어 봤을 때 정상 범위의 혈압, 총 콜레스테롤, 중성지방으로 분류된 사람의 경우 모두 초기응집치가 오히려 높았으며 (Table 1), 선인장 열매섭취 후 혈압, 콜레스테롤, 중성지방 기준으로 나누어 봤을 때 대부분의 범주에서 초기응집치가 유의적으로 감소하였는데 특히 정상범위의 혈압, 콜레스테롤, 중성지방으로 분류된 경우 감소폭에 대한 통계적 유의성이 컸다 (각, $p < 0.01$) (Fig. 2).

용혈과 혈장 TBARS

선인장 열매의 항산화활성의 지표로서 용혈에 대한 취약성과 혈액내의 TBARS생성을 조사했다. 6시간 PBS에 배양한 후의 용혈정도를 참여자 전체로 비교했을 때 선인장 열매섭취 전에 비해 섭취 후의 용혈 (%)이 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.01$) (Table 2). 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 기준으로 나누어 봤을 때 정상범위와 높은 범위 모두 유의적 수준 ($p < 0.05$)에서 용

혈이 억제됨을 알 수 있었다 (Fig. 3). TBARS생성에 있어서 28명 전체로 봤을 때 선인장 열매효과에 큰 차이는 없었으나 (Table 2), 고콜레스테롤 혈증군과 고지혈증군으로 분류된 경우 TBARS생성이 유의적 수준으로 감소되었다 (각, $p < 0.05$)

혈청 총빌리루빈, Alkaline phosphatase, GOT, GPT 수준

혈청 총빌리루빈, Alkaline phosphatase, GOT, GPT에 대한 참여자 28명 전원에 대한 선인장 열매섭취 전후를 비교한 수치가 Table 2에 나타나 있고 이를 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방으로 나누어 비교한 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 총 빌리루빈의 경우 참여자 전체로 봤을 때 선인장 열매섭취 전에 비해 섭취 후 유의적으로 감소했고 ($p < 0.01$), 혈압, 콜레스테롤, 중성지방으로 나누어 비교했을 때 대부분 감소하는 경향을 보였으며 특히 고혈압과 정상혈압 및 고콜레스테롤 혈증의 범주에 속하는 사람에 있어서 유의적으로 감소했다 (각, $p < 0.01$). Alkaline phosphatase의 경우 전체로 봤을 때 다소 감소했으나 유의적 차이는 없었고, 혈압, 콜레스테롤, 중성지방 기준으로 분류해서 비교했을 때 고혈압자로 분류된 경우 유의적 차이를 보였다 ($p < 0.05$). GOT의 경우 참여자 전원으로 봤을 때 선인장 열매섭취 후 오히려 유의적으로 증가했는데 ($p < 0.05$), 고혈압과 고콜레스테롤 혈증 뿐만 아니라 정상혈압, 정상 중성지방의 범주로 분류된 경우도 유의적 증가를 보였다 ($p < 0.05$).

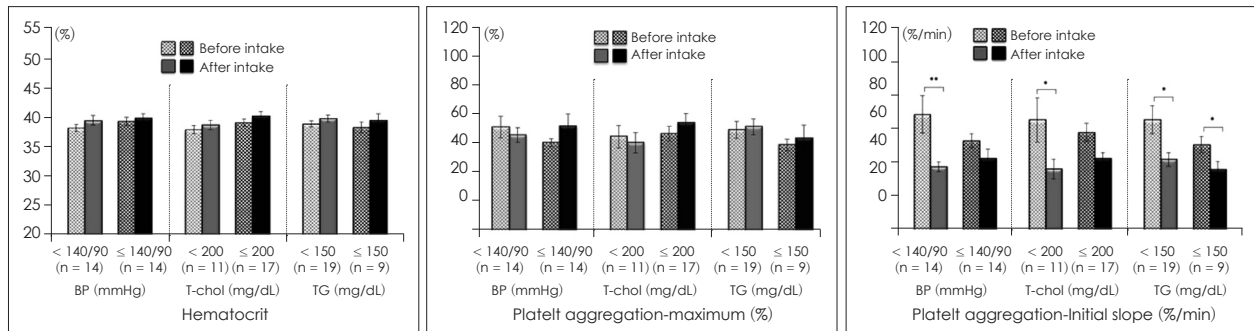


Fig. 2. Comparison of hematocrit and platelet aggregation before and after prickly pear cactus intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG). *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

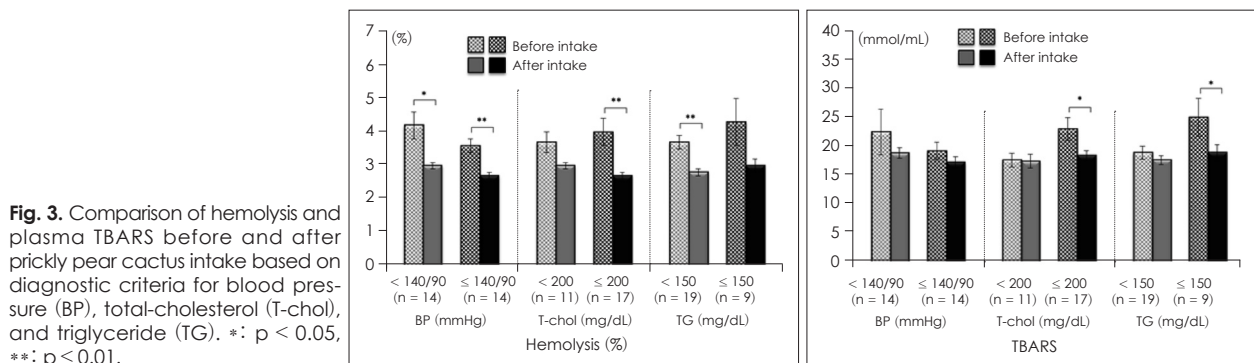


Fig. 3. Comparison of hemolysis and plasma TBARS before and after prickly pear cactus intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total-cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG). *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

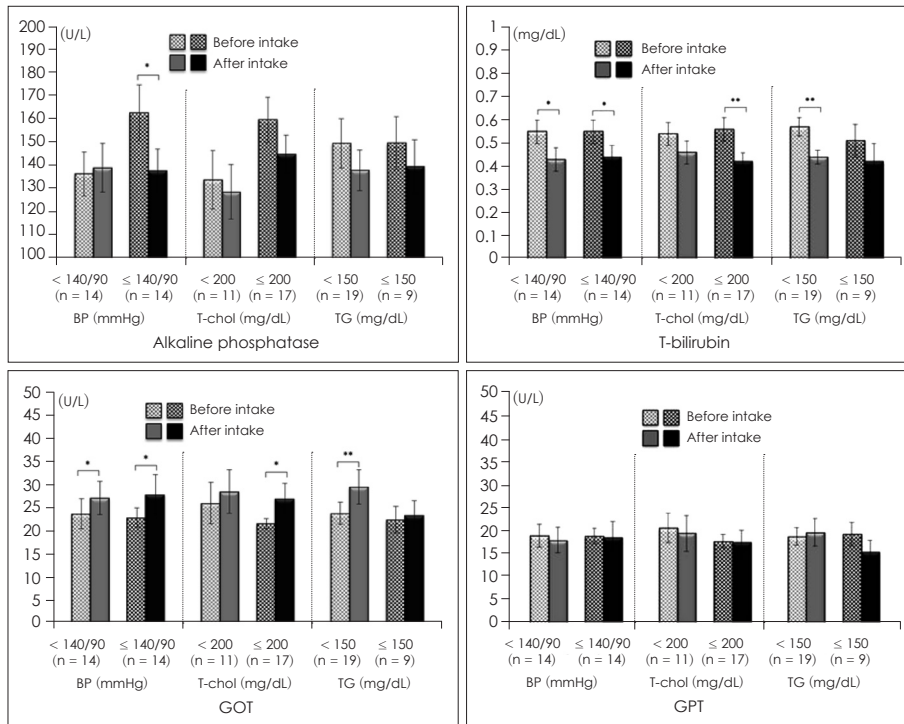


Fig. 4. Comparison of plasma GOT, GPT, alkaline phosphatase, and T-bilirubin before and after prickly pear cactus intake based on diagnostic criteria for blood pressure (BP), total cholesterol (T-chol), and triglyceride (TG). *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

GPT의 경우 전체로 비교한 경우나, 혈압, 중성지방, 콜레스테롤 기준으로 나누어 비교한 경우 선인장 열매섭취 전·후의 차이는 없었다.

고 찰

본 연구의 참여자는 오랜 기간 잠수생활을 한 신체적 활동이 많은 분들로 같은 년배의 일반인 보다 심순환 기능이 양호한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 병원의 일반적인 생화학적 진단항목으로 혈중 지질과 간지표를 포함하여 실험실 분석자료로서 혈소판 응집성과 용혈, 혈중 TBARS 등의 항산화 지표에 초점을 맞추어 각 참여자 별로 손바닥선인장 열매 섭취 전과 후의 변화를 조사 분석하여 선인장 열매 효과를 확인하였다. 먼저 선인장 열매 과립차 섭취 전에 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방을 한국지질 동맥경화학회의 진단기준에 따라 정상상태와 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증 상태로 나누어 각 분석 내용과의 상관성을 조사하였다. 고혈압으로 분류된 참여자의 경우 혈중 총콜레스테롤과 중성지방이 정상 혈압자에 비해 유의적으로 높았다. 고콜레스테롤혈증으로 분류된 사람의 경우 중성지방이 유의적으로 높았고, 달리 고지혈증으로 분류된 경우에도 총콜레스테롤이 다소 높게 나타났다. 이렇게 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증의 요인적 상관성은 동물실험이나 임상연구에서 이미 보고되어 왔다.^{7,18)} 또한 고혈압이나 고지혈증으로 분류된 참가자의 경우 HDL-콜레스테롤이 낮게 나타

났는데 이는 고혈압이나 고지혈증환자의 경우 높은 심순환기 질환의 위험성을 말해주고 있다.¹⁹⁾ 손바닥 선인장 효과로서 선인장 섭취 전후의 수치를 28명 참가자 전체를 묶어 비교했을 때 4주간의 손바닥 선인장섭취는 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤에 있어서 영향을 주지 못했다. 그러나 혈압, 콜레스테롤, 중성지방을 진단기준으로 나누어 비교했을 때 고혈압, 고지혈증, 고콜레스테롤혈증으로 분류된 경우 선인장섭취로 인한 콜레스테롤과 중성지방의 강하효과가 컸다. 본 연구에서 총콜레스테롤 낮거나 중성지방이 높은 경우 HDL-콜레스테롤 수치가 낮았는데 선인장 열매섭취 후 HDL-콜레스테롤 증가는 크게 나타났다. 고콜레스테롤혈증의 쥐에서 손바닥 선인장식은 ¹⁴C-콜레스테롤의 흡수를 억제하였고 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 감소시켰는데 이는 선인장 열매에 포함된 수용성 섬유질인 펙틴이 식이 내의 콜레스테롤과 지방의 흡수를 억제하는 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 본 연구에서 사용된 선인장 열매 과립차는 선인장 열매 성분 비율이 낮고 4주간의 짧은 기간이기 때문에 그 효과가 미미하나 장기간 섭취하면 특히 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증이 있는 경우 지질 개선 효과가 클 것으로 생각된다.

심순환관련 지표로서 혈소판 응집성은 초기응집과 최대응집치가 정상 혈압, 정상 범위의 콜레스테롤과 중성지방으로 분류된 사람에게 있어서 높게 나왔는데 특히 초기응집성은 혈소판의 민감도를 나타내는 것으로 이론적으로 뇌졸중의 위험성이 큰 것으로 알려져 있다.²⁰⁾ 본 연구에서 고혈압자나 고지혈과

고콜레스테롤혈증으로 분류된 참여자에 있어서 낮은 초기응집성을 보인 것은 아스피린을 비롯한 고혈압 약제나 스타틴(statin) 등의 콜레스테롤 강하제 혹은 지질 개선제 복용에 의한 것으로 추정할 수 있다.^{21,22)} 손바닥선인장 열매섭취 후 대부분의 경우 초기응집성이 감소되었는데 특히 선인장 섭취 전에 높은 수치를 보인 정상범위의 혈압, 콜레스테롤, 중성지방으로 분류된 경우에 선인장 섭취효과가 컸다. Wolfram 등²³⁾에 의하면 가족력을 가진 고혈압환자에 있어서 하루 250 g 손바닥선인장 열매의 과육을 4주간 섭취시켰을 때 PGI₂와 PGE₁에 대한 혈소판의 민감도 및 혈소판 응집성을 감소시키고 혈류내의 혈전과 TXA₂ 생성을 억제시켰다. 혈소판의 생리적 기능이 지혈의 1차 방어임을 생각할 때 최적의 생리적 환경에서 건강한 혈소판의 응집성이나 민감도를 해석함에 있어서 어려움이 있지만 손바닥선인장 열매 자체가 과도한 혈소판 활성을 완화시키는 긍정적 효과는 확인할 수 있다. 손바닥선인장 열매는 혈압과 혈중 지질상태와 상관없이 대부분의 경우 용혈 억제력을 보였고 특히 고지혈증, 고콜레스테롤혈증으로 분류된 대상자의 경우 혈장 TBARS 생성도 감소시킴으로 선인장 열매의 항산화 활성의 임상효과를 확인할 수 있었다. 에탄올 먹인 쥐에서 손바닥선인장 열매주스는 적혈구의 지질과산화물의 생성과 용혈을 감소시킴으로 활성산소로부터 세포손상 억제하였다.²⁴⁾ 지질층으로 이뤄진 세포막은 활성산소에 대한 일차적인 방어막으로 그만큼 산화 손상에 취약하므로 용혈은 지질과산화물(TBARS)과 함께 항산화능의 지표로 흔히 이용되고 있다. 손바닥선인장 열매에는 비타민 C를 비롯하여 quercetin, isorhamnetin 등 강한 항산화 활성을 지닌 플라보노이드가 풍부하고 특히 손바닥선인장 열매의 색소성분 betalain은 식물체에서 osmolyte 역할을 함으로서 세포조직을 안정화시키는데 기여한다는 보고가 있지만²⁵⁾ 동물이나 인체의 생리적 환경에서 어떻게 반응하는 지에 대해서는 알려지지 않았다.

혈장 glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT)나 glutamic-pyruvic transaminase (GPT) 수치는 가장 보편적으로 이용되는 간 기능검사 지표로 알려져 있다. GOT는 모든 세포의 원형질과 미토콘드리아에 포함되어 있어 특히 간 조직이나 근육이 손상되었을 때 밖으로 유출되어 혈액내의 수치가 증가하는데 GPT, γ -glutamyltransferase (γ -GTP), alkaline phosphatase (ALP) 수치와 함께 보다 전문화된 간의 진단 자료로 사용된다. 혈중 GOT나 GPT는 혈압, 혈중 콜레스테롤과 중성지방 수준과 상관성은 보이는 것 같지 않았고 선인장 열매 섭취 후 GOT는 오히려 증가했는데 Siberian ginseng 실험에서도 비슷한 결과를 보였는데²⁶⁾ 이러한 효소활성의 증가는 정상범위를 벗어난 것이 아니라 크게 의미를 둘 필요는 없지만 천연 생리활성물질에 대한 GOT의 활성이나 반응에 대해서 연구의 여지는

있다. 총빌리루빈은 간과 담낭 기능의 일반적인 지표로서 본 연구에서 혈압이나 혈중 지질 상태에 상관없이 선인장 열매 섭취 후 통계적으로 의미있게 감소되었지만 어디까지나 성인의 정상 범위 내에 있었다. 총빌리루빈은 헴(heme)의 분해산물로서 여러 가지 이유에서 생성이 많거나 담즙이나 오줌으로 배설이 부진할 때 증가하는 것으로 알려져 있는데 지속적으로 섭취하는 경우 간 보호 차원에서 긍정적인 효과를 기대할 수 있으리라 생각된다. ALP는 유아의 경우 성인에 비해 몇 배씩 높았는데 청소년기 이후에 성인 기준치에 근접하게 되며 간과 담낭 및 골다공증을 비롯한 뼈 관련 질환에서 증가되는 것으로 알려져 있다. 선인장 열매 섭취 후 전반적으로 감소하는 경향을 보였는데 특히 고혈압과 고콜레스테롤 혈증인 경우 감소폭이 커서 이러한 증상을 가진 대상자에게 보다 효과적이지 않나 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서 혈압이 높은 대상자에게서 콜레스테롤과 중성지방이 높게 나타나 혈압과 총콜레스테롤, 중성지방의 상관성을 보여 줬고 총콜레스테롤과 중성지방 또한 서로 비례하는 양상을 보였다. 혈소판의 민감도를 나타내는 초기응집성은 정상 혈압, 정상범위의 콜레스테롤과 중성지방을 가진 실험 대상자에서 오히려 높았는데 선인장 열매의 초기응집성을 감소시키는 효과는 그만큼 컸다. 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 고지혈증을 가진 대상자의 낮은 혈소판 민감도는 혈압강하제나 항콜레스테롤 약제를 사용하고 있는 탓이 아닌가 생각되지만 정확한 자료가 결여된 점이 아쉽다. 혈압과 혈중 콜레스테롤과 중성지방이 용혈이나 간 지표효소 GOT, GPT, ALP 및 총 빌리루빈에 영향을 준다는 것은 확인하지 못했다. 본 실험에서 혈중지질, 혈소판 응집성, 항산화 및 간 효소 등 바이오 지표에 대한 선인장 열매 섭취 효과는 참여자의 혈압 및 혈중 콜레스테롤과 중성지방의 상태에 따라 달랐는데 혈압이 높거나 혈중 지질과 콜레스테롤이 높은 경우 긍정적인 효과가 크게 나타났다. 전반적으로 4주간의 선인장 열매의 섭취 효과로 나타난 변화는 모두 정상 범위를 벗어난 것이 아니라 큰 의미를 두기는 어렵고, 또한 해녀를 대상으로 진행된 결과를 근거로 긍정적인 효과에 대한 일반적인 해석이 가능한지에 대한 의문은 있지만 장기간을 통해 볼 때 손바닥 선인장 열매는 항산화 효과 및 심순환기 질환의 예방에 있어서 누구에게나 도움이 되리라 생각된다.

Literature cited

- 1) Kim CM, editor. Encyclopedia of Chinese Medicine, Vol. 5. Seoul: Jung-Dam Publishing Co.; 1997. p.2341-2343

- 2) Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 1997; 29(5): 847-853
- 3) Kuti JO. Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chem* 2004; 85(4): 527-533
- 4) El Kossori RL, Villaume C, El Boustani E, Sauvaire Y, Méjean L. Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). *Plant Foods Hum Nutr* 1998; 52(3): 263-270
- 5) Ramadan MF, Mörsel JT. Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chem* 2003; 83(3): 447-456
- 6) Fernandez ML, Lin EC, Trejo A, McNamara DJ. Prickly pear (*Opuntia* sp.) pectin reverses low density lipoprotein receptor suppression induced by a hypercholesterolemic diet in guinea pigs. *J Nutr* 1992; 122(12): 2330-2340
- 7) Kang MS, Kang JS. Hypocholesterolemic effect of tangerine pulp, sea tangle or prickly pear cactus on lipid level, intestinal cholesterol absorption, platelet aggregation and liver tissue in hypercholesterolemic rats. *Korean J Nutr* 2001; 34(2): 141-149
- 8) Kritchevsky D, Chen SC. Phytosterols-health benefits and potential concerns: a review. *Nutr Res* 2005; 25(5): 413-428
- 9) Desai F, Ramanathan M, Fink CS, Wilding GE, Weinstock-Guttman B, Awad AB. Comparison of the immunomodulatory effects of the plant sterol β -sitosterol to simvastatin in peripheral blood cells from multiple sclerosis patients. *Int Immunopharmacol* 2009; 9(1): 153-157
- 10) Schepetkin IA, Xie G, Kirpotina LN, Klein RA, Jutila MA, Quinn MT. Macrophage immunomodulatory activity of polysaccharides isolated from *Opuntia polyacantha*. *Int Immunopharmacol* 2008; 8(10): 1455-1466
- 11) Wang S, Melnyk JP, Tsao R, Marcone MF. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. *Food Res Int* 2011; 44(1): 14-22
- 12) Franke AA, Custer LJ, Arakaki C, Murphy SP. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *J Food Compos Anal* 2004; 17(1): 1-35
- 13) Allegra M, Furtmüller PG, Jantschko W, Zederbauer M, Tesoriere L, Livrea MA, Obinger C. Mechanism of interaction of betanin and indicaxanthin with human myeloperoxidase and hypochlorous acid. *Biochem Biophys Res Commun* 2005; 332(3): 837-844
- 14) Wang CQ, Yang GQ. Betacyanins from *Portulaca oleracea* L. ameliorate cognition deficits and attenuate oxidative damage induced by D-galactose in the brains of senescent mice. *Phytomedicine* 2010; 17(7): 527-532
- 15) Sakong J. Diving patterns and diving related disease of diving fishermen in Korea. *Korean J Prev Med* 1998; 31(1): 139-156
- 16) Draper HH, Csallany AS. A simplified hemolysis test for vitamin E deficiency. *J Nutr* 1969; 98(4): 390-394
- 17) Yagi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med* 1976; 15(2): 212-216
- 18) Karthikeyan G, Teo KK, Islam S, McQueen MJ, Pais P, Wang X, Sato H, Lang CC, Sithi-Amorn C, Pandey MR, Kazmi K, Sanderson JE, Yusuf S. Lipid profile, plasma apolipoproteins, and risk of a first myocardial infarction among Asians: an analysis from the INTERHEART Study. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53(3): 244-253
- 19) de Freitas EV, Brandão AA, Pozzan R, Magalhães ME, Fonseca F, Pizzi O, Campana E, Brandão AP. Importance of high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) levels to the incidence of cardiovascular disease (CVD) in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52(2): 217-222
- 20) von Lewinski F, Riggert J, Paulus W. Towards a rationale of platelet aggregation monitoring in stroke prophylaxis? *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2009; 18(2): 111-115
- 21) Lukasik M, Dworacki G, Michalak S, Kufel-Grabowska J, Golanski J, Watala C, Kozubski W. Aspirin treatment influences platelet-related inflammatory biomarkers in healthy individuals but not in acute stroke patients. *Thromb Res* 2011; 128(5): e73-e80
- 22) Chello M, Spadaccio C, Patti G, Lusini M, Barbato R, Goffredo C, Di Sciascio G, Covino E. Simvastatin reduces platelet-endocardium adhesion in atrial fibrillation. *Atherosclerosis* 2008; 197(2): 588-595
- 23) Wolfram R, Budinsky A, Efthimiou Y, Stomatopoulos J, Oguogho A, Sinzinger H. Daily prickly pear consumption improves platelet function. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2003; 69(1): 61-66
- 24) Alimi H, Hfaeidh N, Bouoni Z, Sakly M, Ben Rhouma K. Protective effect of *Opuntia ficus indica* f. inermis prickly pear juice upon ethanol-induced damages in rat erythrocytes. *Alcohol* 2012; 46(3): 235-243
- 25) Stintzing FC, Carle R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends Food Sci Technol* 2004; 15(1): 19-38
- 26) Lee YJ, Chung HY, Kwak HK, Yoon S. The effects of A. senticosus supplementation on serum lipid profiles, biomarkers of oxidative stress, and lymphocyte DNA damage in postmenopausal women. *Biochem Biophys Res Commun* 2008; 375(1): 44-48